

**METHOD AND DEVICE FOR RECORDING SIGNAL, SIGNAL
REPRODUCING DEVICE AND RECORDING MEDIUM**

Patent Number: JP8063901
Publication date: 1996-03-08
Inventor(s): IMAI KENICHI
Applicant(s): SONY CORP
Requested Patent: ☐ JP8063901
Application Number: JP19940198452 19940823
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B20/12; G11B20/10
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To further improve a sound quality while keeping compatibility with an existing CD format.
CONSTITUTION: An input signal having a quality better than a CD format (for instance, a reproducing band of 44.1kHz and the number of quantized bits of 20) is divided into a signal of a CD format (a reproducing band of 22.05kHz and the number of quantized bits of 16) and a signal more than that (for instance, a signal equivalent to a difference between a signal of a CD filter and a signal having a reproducing band of 0 to 22.05kHz and 20 quantized bits or one having a reproducing band of 22.05kHz to 44.1kHz and 20 quantized bits). The signal of a CD format is recorded in a recording area Dw as an area for recording signals of CD formats and the signal more than a CD format is recorded in an empty area Ds .

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-63901

(43) 公開日 平成8年(1996)3月8日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 20/12	1 0 2	9295-5D		
20/10	3 0 1 Z	7736-5D		

審査請求 未請求 請求項の数60 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平6-198452

(22) 出願日 平成6年(1994)8月23日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 今井 憲一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

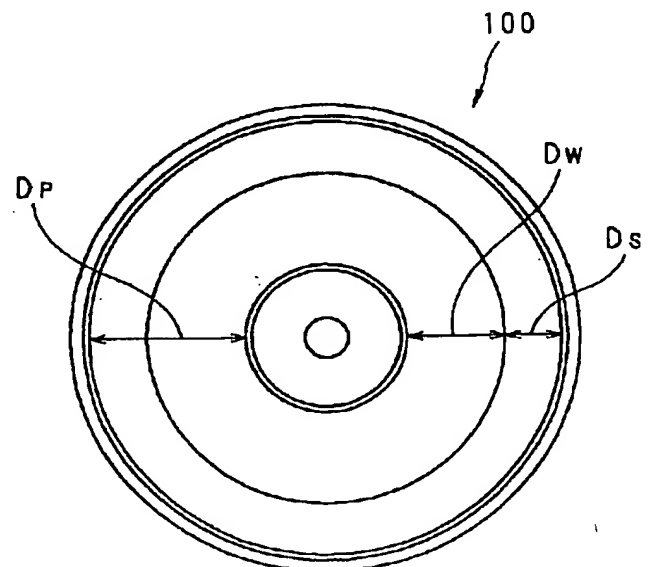
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 信号記録方法及び装置、信号再生装置、並びに記録媒体

(57) 【要約】

【構成】 CDフォーマット以上の品質（例えば再生帯域44.1kHz、量子化ビット数20ビット）を有する入力信号を、CDフォーマットの信号（再生帯域22.05kHz、量子化ビット数16ビット）とそれ以上の信号（例えばCDフィルタの信号と、再生帯域0～22.05kHzで量子化ビット数20ビットの信号との差分の信号、再生帯域22.05kHz～44.1kHzで量子化ビット数20ビット等）に分割し、CDフォーマットの信号をコンパクトディスク100の従来同様のCDフォーマットの信号が記録される領域である記録領域D_rに記録し、CDフォーマット以上の信号を空き領域D_sに記録する。

【効果】 従来のCDフォーマットとの互換性を保ったままで、さらに音質を改善することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定フォーマットの信号以上の品質を有する入力信号を、上記所定フォーマットの信号と当該所定フォーマット以外の信号とに分割し、
上記所定フォーマットの信号を記録媒体の所定領域に記録し、

上記所定フォーマット以外の信号を上記記録媒体の空き領域に記録することを特徴とする信号記録方法。

【請求項 2】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号帯域を拡大した広帯域の信号であることを特徴とする請求項 1 記載の信号記録方法。

【請求項 3】 上記入力信号は、上記所定フォーマットのダイナミックレンジを拡大した信号であることを特徴とする請求項 1 記載の信号記録方法。

【請求項 4】 上記所定フォーマットの信号に対応する容量が記録媒体の持つ最大記録容量以内であるとき、上記空き領域は上記最大記録容量のうちの上記所定フォーマットの信号に対応する容量を除く記録領域であることを特徴とする請求項 1 記載の信号記録方法。

【請求項 5】 上記空き領域は、所定フォーマットの信号のうちのサブ情報領域であることを特徴とする請求項 1 記載の信号記録方法。

【請求項 6】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号に対応するサンプリング周波数よりも高い周波数でサンプリングすることによる上記広帯域の信号であり、

上記所定フォーマット以外の信号は、上記入力信号のうち上記所定フォーマットの信号帯域以上の高域側の信号であることを特徴とする請求項 2 記載の信号記録方法。

【請求項 7】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号帯域以上の周波数成分を当該所定フォーマットの信号帯域の周波数成分から予測することによって、上記所定フォーマットの信号帯域を拡大した広帯域の信号であることを特徴とする請求項 2 記載の信号記録方法。

【請求項 8】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号に対応する量子化ビット数よりも多い量子化ビット数で量子化することによってダイナミックレンジを拡大した信号であり、

上記所定フォーマット以外の信号は、上記入力信号と上記所定フォーマットの信号との差分信号であることを特徴とする請求項 3 記載の信号記録方法。

【請求項 9】 上記入力信号は、音響信号若しくは画像信号であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録方法。

【請求項 10】 上記所定フォーマット以外の信号を高エネルギー符号化により圧縮して記録することを特徴とする請求項 6 又は 8 記載の信号記録方法。

【請求項 11】 上記所定フォーマット以外の信号を、聴覚的情報を用いた可変ビットレートの信号に変換して記録することを特徴とする請求項 6 又は 8 記載の信号記

録方法。

【請求項 12】 上記所定フォーマット以外の信号を、エントロピー符号化することにより可変ビットレートで記録することを特徴とする請求項 10 記載の信号記録方法。

【請求項 13】 上記所定フォーマット以外の信号を、線形量子化することにより固定ビットレートで記録することを特徴とする請求項 10 記載の信号記録方法。

【請求項 14】 上記所定フォーマット以外の信号を、非線形量子化することにより可変ビットレートで記録することを特徴とする請求項 10 記載の信号記録方法。

【請求項 15】 上記所定フォーマット以外の信号を、線形予測符号化することにより固定ビットレートで記録することを特徴とする請求項 10 記載の信号記録方法。

【請求項 16】 上記所定フォーマット以外の信号を、ベクトル量子化することにより固定ビットレートで記録することを特徴とする請求項 10 記載の信号記録方法。

【請求項 17】 請求項 11、13、14、15、又は 16 記載の信号記録方法によって処理された上記所定フォーマット以外の信号を、エントロピー符号化することを特徴とする信号記録方法。

【請求項 18】 聴覚的情報を使用して精度に重み付けした量子化を上記所定フォーマット以外の信号に施すことを特徴とする請求項 13、14、又は 16 記載の信号記録方法。

【請求項 19】 上記所定フォーマット以外の信号に対して、固定ブロック長でエントロピーを計算してエントロピー符号化を行うことを特徴とする請求項 12 又は 17 記載の信号記録方法。

【請求項 20】 上記所定フォーマット以外の信号に対して、少なくとも二つのブロック長でエントロピーを計算し、最も低いエントロピーとなるブロック長を選択してエントロピー符号化を行うことを特徴とする請求項 12 又は 17 記載の信号記録方法。

【請求項 21】 上記選択したブロック長の情報を記録することを特徴とする請求項 20 記載の信号記録方法。

【請求項 22】 エントロピー符号化のためのテーブルを符号化の度に更新し、符号化情報と共にテーブル情報も記録することを特徴とする請求項 12 又は 17 記載の信号記録方法。

【請求項 23】 エントロピー符号化のためのテーブルを予め複数用意し、最適なテーブルを選択することを特徴とする請求項 12 又は 17 記載の信号記録方法。

【請求項 24】 選択したテーブルを表す ID 情報を記録することを特徴とする請求項 23 記載の信号記録方法。

【請求項 25】 上記所定フォーマットの信号に対応する容量が記録媒体の持つ最大記録容量以内であるとき、上記空き領域は上記最大記録容量のうちの上記所定フォーマットの信号に対応する容量を除く記録領域とし、

上記空き領域への記録密度は上記所定領域への記録密度より高密度とすることを特徴とする請求項 10 から請求項 20 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録方法。

【請求項 26】 上記入力信号は、44.1kHz 以上のサンプリング周波数でサンプリングされたものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 25 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録方法。

【請求項 27】 上記入力信号は、16 ビットより大きい量子化ビット数で量子化されたものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 25 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録方法。

【請求項 28】 上記入力信号は、44.1kHz 以上のサンプリング周波数でサンプリングされ、16 ビットより大きい量子化ビット数で量子化されたものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 25 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録方法。

【請求項 29】 所定フォーマットの信号以上の品質を有する入力信号を、上記所定フォーマットの信号と当該所定フォーマット以外の信号とに分割する分割手段と、上記所定フォーマットの信号を記録媒体の所定領域に記録し、上記所定フォーマット以外の信号を上記記録媒体の空き領域に記録する記録手段とを有することを特徴とする信号記録装置。

【請求項 30】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号帯域を拡大した広帯域の信号であることを特徴とする請求項 29 記載の信号記録装置。

【請求項 31】 上記入力信号は、上記所定フォーマットのダイナミックレンジを拡大した信号であることを特徴とする請求項 29 記載の信号記録装置。

【請求項 32】 上記所定フォーマットの信号に対応する容量が記録媒体の持つ最大記録容量以内であるとき、上記記憶手段は、上記最大記録容量のうちの上記所定フォーマットの信号に対応する容量を除く記録領域を、上記空き領域として上記所定フォーマット以外の信号の記録を行うことを特徴とする請求項 29 記載の信号記録装置。

【請求項 33】 上記記録手段には、所定フォーマットの信号のうちのサブ情報領域を、上記空き領域として上記所定フォーマット以外の信号の記録を行うことを特徴とする請求項 29 記載の信号記録装置。

【請求項 34】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号に対応するサンプリング周波数よりも高い周波数でサンプリングすることによる上記広帯域の信号であり、上記分割手段は、上記入力信号を、上記所定フォーマットの信号帯域と上記所定フォーマットの信号帯域以上の高域側の信号とに分割することを特徴とする請求項 30 記載の信号記録装置。

【請求項 35】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号帯域以上の周波数成分を当該所定フォーマット

の信号帯域の周波数成分から予測して、上記所定フォーマットの信号帯域を拡大した広帯域の信号であり、上記分割手段は、上記入力信号を、上記所定フォーマットの信号帯域と上記所定フォーマットの信号帯域以上の高域側の信号とに分割することを特徴とする請求項 30 記載の信号記録装置。

【請求項 36】 上記入力信号は、上記所定フォーマットの信号に対応する量子化ビット数よりも多い量子化ビット数で量子化することによってダイナミックレンジを拡大した信号であり、

上記分割手段は、上記入力信号を、上記所定フォーマットの信号と、上記入力信号と上記所定フォーマットの信号の差分信号とに分割することを特徴とする請求項 31 記載の信号記録装置。

【請求項 37】 上記所定フォーマット以外の信号を高エネルギー符号化する高エネルギー符号化手段を設けることを特徴とする請求項 34 又は 36 記載の信号記録装置。

【請求項 38】 上記所定フォーマット以外の信号を、聴覚的情報を用いた可変ビットレートの信号に変換する変換手段を設けることを特徴とする請求項 34 又は 36 記載の信号記録装置。

【請求項 39】 上記高エネルギー符号化手段は、上記所定フォーマット以外の信号をエントロピー符号化することにより可変ビットレートの信号に変換することを特徴とする請求項 37 記載の信号記録装置。

【請求項 40】 上記高エネルギー符号化手段は、上記所定フォーマット以外の信号を、線形量子化することにより固定ビットレートの信号に変換することを特徴とする請求項 37 記載の信号記録装置。

【請求項 41】 上記高エネルギー符号化手段は、上記所定フォーマット以外の信号を、非線形量子化することにより可変ビットレートの信号に変換することを特徴とする請求項 37 記載の信号記録装置。

【請求項 42】 上記高エネルギー符号化手段は、上記所定フォーマット以外の信号を、線形予測符号化することにより固定ビットレートの信号に変換することを特徴とする請求項 37 記載の信号記録装置。

【請求項 43】 上記高エネルギー符号化手段は、上記所定フォーマット以外の信号を、ベクトル量子化することにより固定ビットレートの信号に変換することを特徴とする請求項 37 記載の信号記録装置。

【請求項 44】 上記変換した所定フォーマット以外の信号をエントロピー符号化するエントロピー符号化手段を設けることを特徴とする請求項 38、40、41、42、又は 43 記載の信号記録装置。

【請求項 45】 上記高エネルギー符号化手段は、聴覚的情報を使用して精度に重み付けした量子化を行う量子化手段を有することを特徴とする請求項 40、41、又は 43 記載の信号記録装置。

【請求項 46】 上記エントロピー符号化手段は、固定

ブロック長でエントロピを計算してエントロピ符号化を行うことを特徴とする請求項 3 9 又は 4 4 記載の信号記録装置。

【請求項 4 7】 上記エントロピ符号化手段は、少なくとも二つのブロック長でエントロピを計算し、最も低いエントロピとなるブロック長を選択してエントロピ符号化を行うことを特徴とする請求項 3 9 又は 4 4 記載の信号記録装置。

【請求項 4 8】 上記記録手段は、上記選択したブロック長の情報も記録することを特徴とする請求項 4 7 記載の信号記録装置。

【請求項 4 9】 上記エントロピ符号化手段は、エントロピ符号化のためのテーブルを符号化の度に更新し、

上記記録手段は、上記所定フォーマット以外の信号の符号化情報と共にテーブル情報も記録することを特徴とする請求項 3 9 又は 4 4 記載の信号記録装置。

【請求項 5 0】 エントロピ符号化のためのテーブルを複数保持するテーブル保持手段と、

当該テーブル保持手段に保持された複数のテーブルから最適なテーブルを選択する選択手段とを設けることを特徴とする請求項 3 9 又は 4 4 記載の信号記録装置。

【請求項 5 1】 上記記録手段は、選択したテーブルを表す ID 情報も記録することを特徴とする請求項 5 0 記載の信号記録装置。

【請求項 5 2】 上記所定フォーマットの信号に対応する容量が記録媒体の持つ最大記録容量以内であるとき、上記記録手段は、上記最大記録容量のうちの上記所定フォーマットの信号に対応する容量を除く記録領域を、上記空き領域として上記所定フォーマット以外の信号の記録を行うと共に、上記空き領域への記録密度を上記所定領域への記録密度より高密度とすることを特徴とする請求項 3 7 から請求項 4 9 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録装置。

【請求項 5 3】 上記入力信号は、4 4. 1 k H z 以上のサンプリング周波数でサンプリングされたものであることを特徴とする請求項 2 9 から請求項 5 2 のうちいずれか 1 項に記載の信号記録装置。

【請求項 5 4】 上記入力信号は、1 6 ビットより大きい量子化ビット数で量子化されたものであることを特徴とする請求項 2 9 から請求項 5 2 のうちいずれか 1 項に記載の信号記録装置。

【請求項 5 5】 上記入力信号は、4 4. 1 k H z 以上のサンプリング周波数でサンプリングされ、1 6 ビットより大きい量子化ビット数で量子化されたものであることを特徴とする請求項 2 9 から請求項 5 2 のうちいずれか 1 項に記載の信号記録装置。

【請求項 5 6】 所定フォーマットの信号以上の品質を有する信号を上記所定フォーマットの信号と当該所定フォーマット以外の信号とに分割し、上記所定フォーマット

トの信号を所定領域に記録し、上記所定フォーマット以外の信号を空き領域に記録してなる記録媒体から、上記所定フォーマットの信号と、上記所定フォーマット以外の信号とを再生する再生手段と、

上記再生した所定フォーマットの信号と上記所定フォーマット以外の信号とを合成する合成手段とを有することを特徴とする信号再生装置。

【請求項 5 7】 上記空き領域が記録媒体の全記録領域から上記所定フォーマットの信号が記録された所定領域を除いた記録領域であるとき、

上記再生手段は、上記所定領域から上記所定フォーマットの信号を再生する第 1 の再生手段と、上記空き領域から上記所定フォーマット以外の信号を再生する第 2 の再生手段とからなることを特徴とする請求項 5 6 記載の信号再生装置。

【請求項 5 8】 上記空き領域が、記録媒体の全記録領域から上記所定フォーマットの信号が記録された所定領域を除いた記録領域であり、当該空き領域の記録密度が上記所定領域の記録密度より高密度であることを特徴とする請求項 5 7 記載の信号再生装置。

【請求項 5 9】 上記合成手段は、所定の圧縮処理が施された上記所定フォーマット以外の信号に対して、当該所定の圧縮処理に対応する伸張処理を施す伸張復号化手段を有することを特徴とする請求項 5 6 から請求項 5 8 のうちのいずれか 1 項に記載の信号再生装置。

【請求項 6 0】 請求項 1 から請求項 2 8 のうちのいずれか 1 項に記載の信号記録方法によって信号を記録してなることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】 本発明は、ディジタルオーディオデータ等を記録媒体に記録する信号記録方法及び装置、それに対応する信号再生装置、並びに記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 従来より、いわゆるコンパクトディスク（以下単に CD とする）のフォーマットにおいては、サンプリング周波数が 4 4. 1 k H z と規定されているため、再生される最高周波数は 2 2. 0 5 k H z となっている。また、量子化ビット数は 1 6 ビットと規定されており、ダイナミックレンジは約 9 8 d B となっている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、例えばガムランやヨーデルボイスといった音源では、上記 CD の再生最高周波数を越える周波数成分がかなり含まれることが分かっており、もはや上記 4 4. 1 k H z としたサンプリング周波数では不十分なものとなってきている。

【0 0 0 4】 また、近年はディジタル／アナログ（D／A）コンバータの精度も向上し、より微弱な信号を扱えるようになり、CD の量子化ビット数の 1 6 ビットで

得られるダイナミックレンジ、約 9 8 d B では不十分なものとなってきている。

【0005】このため、従来よりも例えばサンプリング周波数を高くしたり量子化ビット数を大きくしたりして、音質を改善した信号（すなわち広帯域の信号、ダイナミックレンジの広い信号）を、従来の CD の大きさのディスク（メディア）に記録することも考えられる。

【0006】このように、上記 4 4 . 1 k H z より高いサンプリング周波数でサンプリングされた信号を従来の CD の大きさのディスクに収めたり、量子化ビット数が 1 6 ビットより多いようなデータを収めることは、例えば当該ディスク上のトラックピッチを狭くしたり、光ピックアップのレーザの波長を短くするなどにより技術的には可能である。

【0007】しかし、上述のようにデバイスやメディアを変更して記録容量を高めることで音質を改善するようにしたのは、従来の CD フォーマットとの互換性が保てなくなり、ソフトウェア市場も混乱してしまう。

【0008】そこで、本発明は、音質等の信号品質を改善した信号を従来の CD 等のフォーマットとの互換性を保ったままで記録でき、さらに再生されたときに記録時と同様の品質の信号を得ることができる信号記録方法及び装置、信号再生装置、並びに記録媒体の提供を目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであり、本発明の信号記録方法及び装置は、所定フォーマットの信号以上の品質を有する入力信号を、上記所定フォーマットの信号と当該所定フォーマット以外の信号とに分割し、上記所定フォーマットの信号を記録媒体の所定領域に記録し、上記所定フォーマット以外の信号を上記記録媒体の空き領域に記録することを特徴とするものである。

【0010】ここで、上記入力信号としては、上記所定フォーマットの信号帯域を拡大した広帯域の信号、及び／又は、上記所定フォーマットのダイナミックレンジを拡大した信号を例に挙げることができる。広帯域の信号とは、例えば、上記所定フォーマットの信号に対応するサンプリング周波数よりも高い周波数でサンプリングすることによる信号であり、また、上記所定フォーマットの信号帯域以上の周波数成分を当該所定フォーマットの信号帯域の周波数成分から予測することによって、上記所定フォーマットの信号帯域を拡大した信号である。入力信号が広帯域の信号であるとき、上記所定フォーマット以外の信号は、上記入力信号のうち上記所定フォーマットの信号帯域以上の高域側の信号である。また、ダイナミックレンジを拡大した信号とは、例えば、上記所定フォーマットの信号に対応する量子化ビット数よりも多い量子化ビット数で量子化することによってダイナミックレンジを拡大した信号であり、このときの上記所定フ

ォーマット以外の信号は、上記入力信号と上記所定フォーマットの信号との差分信号である。より具体的には、上記入力信号は、4 4 . 1 k H z 以上のサンプリング周波数でサンプリングされたものであり、また、1 6 ビットより大きい量子化ビット数で量子化されたものである。なお、上記入力信号は、音響信号若しくは画像信号とすることができる。

【0011】また、上記空き領域とは、上記所定フォーマットの信号に対応する容量が記録媒体の持つ最大記録容量以内であるとき上記最大記録容量のうちの上記所定フォーマットの信号に対応する容量を除く記録領域であり、或いは、所定フォーマットの信号のうちのサブ情報領域である。なお、上記空き領域を上記最大記録容量のうちの上記所定フォーマットの信号に対応する容量を除く記録領域としたときは、上記空き領域への記録密度を上記所定領域への記録密度より高密度とすることができる。

【0012】さらに、上記所定フォーマット以外の信号については、高能率符号化により圧縮して記録することが好ましく、また、聴覚的情報を用いた可変ビットレート（VBR）の信号に変換して記録することが好ましい。ここで、上記所定フォーマット以外の信号を圧縮して記録する際の実例としては、エントロピー符号化した可変ビットレート（VBR）での記録や、線形量子化した固定ビットレート（FLAC）での記録、非線形量子化した可変ビットレート（VBR）での記録、線形予測符号化した固定ビットレート（FLAC）での記録、ベクトル量子化した固定ビットレート（FLAC）での記録等が考えられる。また、所定フォーマット以外の信号を線形量子化、非線形量子化、線形予測符号化、ベクトル量子化等により処理した場合には、さらにその処理した信号をエントロピー符号化することも可能である。さらに、線形量子化、非線形量子化、ベクトル量子化の際には、聴覚的情報を使用して精度に重み付けした量子化を施すこともできる。また、エントロピー符号化の際には、固定ブロック長でエントロピーを計算して符号化を行ったり、少なくとも二つのブロック長でエントロピーを計算して最も低いエントロピーとなるブロック長を選択して符号化を行うようにすることもできる。固定長でないブロックでエントロピー符号化したときには、上記選択したブロック長の情報を記録媒体に記録することになる。またさらに、エントロピー符号化の際には、エントロピー符号化のためのテーブルを符号化の度に更新することもでき、この場合符号化情報と共にそのテーブル情報も記録媒体に記録することになる。或いは、符号化の度にテーブルを更新せずに、テーブルを予め複数用意し、最適なテーブルを選択することもでき、このときは選択したテーブルを表す ID 情報を記録媒体に記録することになる。

【0013】次に、本発明の信号再生装置は、本発明の信号記録方法と対応する信号再生方法が適用されるものであり、例えば、所定フォーマットの信号以上の品質を

有する信号を上記所定フォーマットの信号と当該所定フォーマット以外の信号とに分割し、上記所定フォーマットの信号を所定領域に記録し、上記所定フォーマット以外の信号を空き領域に記録してなる記録媒体から、上記所定フォーマットの信号と、上記所定フォーマット以外の信号とを再生する再生手段と、上記再生した所定フォーマットの信号と上記所定フォーマット以外の信号とを合成する合成手段とを有することを特徴とするものである。

【0014】ここで、上記空き領域は、記録媒体の全記録領域から上記所定フォーマットの信号が記録された所定領域を除いた記録領域であるとき、上記再生手段は、上記所定領域から上記所定フォーマットの信号を再生する第1の再生手段と、上記空き領域から上記所定フォーマット以外の信号を再生する第2の再生手段とからなる。また、上記空き領域が、記録媒体の全記録領域から上記所定フォーマットの信号が記録された所定領域を除いた記録領域であり、当該空き領域の記録密度が上記所定領域の記録密度より高密度であるときには、第2の再生手段は第1の再生手段と同じもの、又は当該記録密度に対応できる別個のものとすることができる。さらに、上記合成手段は、所定の圧縮処理が施された上記所定フォーマット以外の信号に対して、当該所定の圧縮処理に対応する伸張処理を施す伸張復号化手段を有するものとすることができる。

【0015】最後に、本発明の記録媒体は、本発明の信号記録方法に基づいて信号が記録されたものである。

【0016】

【作用】本発明によれば、所定フォーマットの信号以上の品質を有する入力信号を所定フォーマットの信号とそれ以外の信号とに分けて記録媒体に記録するようにしているため、所定フォーマットとして例えば従来の既存のフォーマットを用いた場合には従来の再生システムで記録媒体から所定フォーマットの信号を再生することができ、また、所定フォーマット以外の信号をも扱うことができるシステムを用いた場合には、所定フォーマットの信号とそれ以外の信号の両方を記録媒体から再生でき入力信号と同品質の信号を得ることができるようになる。

【0017】また、所定フォーマット以外の信号については、高能率符号化によって圧縮すれば、空き領域の容量が少ない場合でも記録できる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0019】本発明実施例では、従来のCDフォーマットとの互換性を保ったまま、44.1kHzを越えるサンプリング周波数で得られた信号及び／又は量子化ビット数が16ビットより大きい信号（すなわち従来のCDの信号よりも音質を改善した信号）を、入力信号としてコンパクトディスク（以下、媒体としてのディスクを単

にメディアと呼ぶ）に対して記録し、さらにこれを再生するために、以下のようにしている。

【0020】すなわち、本発明実施例では、上記音質を改善した信号である入力信号を、従来のCDフォーマットに対応する信号と、このCDフォーマット以外の信号（音質を改善するための信号）とに分割し、上記従来のCDフォーマットに対応する信号については従来同様のCDフォーマットに従ってメディアに記録し、上記音質を改善するための信号についてはメディアの空き領域に記録するようにしている。

【0021】ここで、例えば、現在流通しているCDのうち、CDの最大録音可能時間の約74分を使って収録されているものは少ないので、第1の実施例では、当該収録時間が最大録音可能時間以下のCDにおける空き領域に、上記音質を改善するための信号を収めるようにしている。

【0022】すなわち、図1に示すように、第1の実施例においては、従来のCDフォーマットに対応する信号については録音可能な領域（プログラム領域）D_pのうちの従来のCDフォーマットに基づいて記録がなされる記録領域D_rに記録し、それ以外の信号（音質を改善するための信号）については上記収録時間の最大録音可能時間以下のときの空き領域D_sに記録する。なお、CDフォーマットにおいては、信号がディスク100の内側から記録されるので、上記空き領域D_sはその外側になる。

【0023】また、メディアの空き領域に記録したい上記音質を改善するための信号の情報量が少ない場合には、第2の実施例として、図2に示すように、その信号をCDフォーマットにおけるサブコードに記録することも可能である。

【0024】すなわち、図2に示すように、CDフォーマットにおいては、図2の（A）に示すようにフレームF0～F97の98フレームで1ブロックが構成され、各フレームはそれぞれ図2の（B）に示すように同期信号（SYNC）と誤り訂正符号（ECC）と左右（LR）の音データと共にサブコードを含む36バイトからなり、サブコードは図2の（C）に示すように予約領域の2ビットと利用領域の6ビットからなる1バイトで構成されている。この第2の実施例では、上記左右（LR）の音データ用の記録領域に従来のCDフォーマットに対応するデータを記録し、音質を改善するためのデータを上記サブコードに記録する。

【0025】ところで、上記第1、第2の実施例において、上記44.1kHzを越えるサンプリング周波数で得られた信号及び／又は量子化ビット数が16ビットより大きい信号（すなわち従来のCDの信号よりも音質を改善した信号）を分割する際の分割方法としては、以下の各具体例を挙げることができる。なお、以下の具体例では、上記44.1kHzを越えるサンプリング周波数

として例えば88.2 kHz (したがって再生可能帯域は44.1 kHzとなる)を、また、上記16ビットよりも大きい量子化ビット数として例えば20ビット(ダイナミックレンジは約120 dBとなる)を挙げている。

【0026】 先ず、分割方法の第1の具体例は、上記88.2 kHzのサンプリング周波数によって得られた音の信号、すなわち再生可能帯域が44.1 kHzとなる信号の当該再生可能帯域を分割する方法である。この場合、上記再生可能帯域が44.1 kHzとなる信号の帯域を、従来のCDフォーマットの再生可能帯域である0~22.05 kHzと、それ以上の22.05 kHz~44.1 kHzに分割する。この22.05 kHz~44.1 kHzの帯域の信号が上記音質を改善するための信号に対応する。

【0027】 図3には、当該第1の具体例の分割方法を実現する構成を示す。

【0028】 この図3において、入力端子1を介して供給される上記88.2 kHzのサンプリング周波数でサンプリングされて得られた0~44.1 kHzの入力信号は、例えば後述するいわゆるQMF(Quadrature Mirror Filter)等に代表される帯域分割フィルタ31に送られる。当該QMFは帯域を2等分割し、サンプル数を1/2にデシメーションして出力する。入力信号は、このQMFからなる帯域分割フィルタ31により0~22.05 kHzの帯域(低域)と22.05 kHz~44.1 kHzの帯域(高域)とに分割される。このとき22.05 kHz~44.1 kHzの帯域(高域)の出力は低域側に折り返した形になる。上記0~22.05 kHzの帯域(低域)の信号は、従来のCDフォーマットの信号として出力端子11から出力されて前記図1、図2の従来のCDフォーマットの記録領域に記録され、上記22.05 kHz~44.1 kHzの帯域(高域)の信号は出力端子12から出力されて図1、図2の空き領域に記録される。

【0029】 なお、この図3の構成に対応する再生側では、メディアから再生された従来のCDフォーマットの信号と上記空き領域からの信号とを帯域合成フィルタによって合成することで、0~44.1 kHzの再生信号が得られることになる。

【0030】 また、ここで上述した入力デジタル信号を複数の周波数帯域に分割する手法として述べたQMFについては、文献「デジタル・コーディング・オブ・スピーチ・イン・サブバンド」(Digital coding of speech in subbands" R.E.Crochiere, Bell Syst.Tech. J., Vol. 55, No. 8 1976)に詳しく述べられている。また帯域分割フィルタとして、文献「ツリー構造サブバンド符号器のための完全再構成技術」(Exact Reconstruction Techniques for Tree-Structured Subband Coders", Mark J.T. Smith and Thomas P. Barnwell, IEEE Trans.

ASSP, Vol. ASSP-34 No. 3, June 1986, pp. 434-441)に述べられているCQF(Conjugate Quadrature Filters)や、文献「ポリフェーズ・クアドラチュア・フィルターズ - 新しい帯域分割符号化技術」(Polyphase Quadrature filters - A new subband coding technique", Joseph H. Rothweiler ICASSP 83, BOSTON)に述べられている等バンド幅のフィルタ分割方法も用いることができる。なお、上記CQFは、非直線位相フィルタを用い、信号を完全に再構成できる。また、ポリフェーズ・クアドラチュア・フィルタにおいては、信号を等バンド幅の複数の帯域に分割する際に一度に分割できることが特徴となっている。

【0031】 次に、分割方法の第2の具体例は、量子化ビット数によってダイナミックレンジを分割する分割手法である。

【0032】 図4には、当該第2の具体例の分割方法を実現する構成を示す。

【0033】 この図4において、入力端子2に入力された20ビットの信号は、再量子化器34で再量子化される。この再量子化器34では、上記20ビットの信号をCDの規格に定められた16ビットに再量子化する。ここで、この再量子化の方法としては、上記16ビットよりも単純に長くなった4ビット分のところで上記20ビットを切り分けるという方法もあるが、当該第2の具体例では、上記20ビットの信号を4ビットの大きさ(16)で割算し、四捨五入をする(丸める)量子化を行うようにしている。このように、当該4ビットの大きさで割算して四捨五入する量子化の方が再量子化による量子化雑音を少なくするのに有効である。そして、当該第2の具体例の構成では、上記再量子化した出力と入力信号との差分を加算器37によって求め(入力信号を正信号とし、再量子化出力を負信号として加算することで差分を求める)、これにより4ビットの差分信号を得る。上記再量子化器34からの信号は出力端子14から出力されて前記メディアのCDフォーマットの記録領域に記録され、上記加算器37からの差分信号は出力端子13から出力されて前記空き領域に記録される。

【0034】 このように、第2の具体例では、上記4ビットの差分信号が前記音質を改善するための信号に対応する。

【0035】 なお、上記図4の構成に対応する再生側では、上記メディアから再生された従来のCDフォーマットの信号と上記空き領域からの信号とを合成手段によって合成することで、20ビットの再生信号が得られることになる。

【0036】 また、分割手法の他の具体例としては、高音質、高忠実再生を目指すために、上記第1、第2の具体例の分割方法の両方を備えるものも挙げることができる。この第1、第2の具体例の分割方法の両方の機能を備える構成の場合、図3と図4の構成をカスケードに接

10

20

30

40

50

続することにより帯域及び量子化ビット数で3分割する。

【0037】図5には、上記第1、第2の具体例の構成の両方を備えた構成として、先ず帯域分割を行ってから再量子化と差分演算を行う第3の具体例の構成を示す。

【0038】この図5において、入力端子3に入力された上記0～44.1kHzで20ビットの入力信号は、先ず、第1の具体例同様の例えばQMF等の帯域分割フィルタ32に送られる。当該帯域分割フィルタ32では、入力信号を2等分割すると共に、サンプル数を1/2にデシメーションして出力する。当該帯域分割フィルタ32からの22.05kHz～44.1kHzの再生帯域（高域）で20ビットの信号は出力端子15から出力され、前記メディアの空き領域に記録される。

【0039】また、帯域分割フィルタ32からの0～22.05kHz帯域（低域）で20ビットの信号は、第2の具体例同様の再量子化器35によって0～22.05kHz帯域の20ビットの信号がCDの規格に定められた16ビットに再量子化される。その後、上記再量子化器35で再量子化した出力と帯域分割フィルタ32からの0～22.05kHz帯域で20ビットの信号とは、第2の実施例同様の加算器38に送られ、ここで上述同様に4ビットの差分信号が得られる。上記再量子化器35からの再生帯域0～22.05kHzで16ビットの信号（従来のCDフォーマットの信号）は出力端子17から前記メディアのCDフォーマットの記録領域に記録され、上記加算器38からの0～22.05kHz帯域で4ビットの差分信号は出力端子16から出力されて前記空き領域に記録される。

【0040】このように、第3の具体例では、上記出力端子15と16から出力される信号が、前記音質を改善するための信号に対応する。

【0041】なお、上記図5の構成に対応する再生側では、上記メディアから再生された従来のCDフォーマットの0～22.05kHzの帯域で16ビットの信号と上記空き領域からの0～22.05kHzで4ビットの信号とを合成手段によって合成し、さらにこの合成手段の出力と上記空き領域からの22.05kHz～44.1kHzで20ビットの信号とを帯域合成フィルタによって合成することで、0～44.1kHzで20ビットの再生信号が得られることになる。

【0042】また、上記第1、第2の具体例の分割方法の両方を備える構成としては、第4の具体例として、図6に示すように構成することもできる。すなわちこの図6の構成は、再量子化と差分演算を行った後、帯域分割を行う構成である。

【0043】この図6において、入力端子4に入力された上記0～44.1kHzで20ビットの入力信号は、第2の具体例同様の再量子化器36によってCDの規格に定められた16ビットに再量子化される。また、第2

の具体例同様の加算器39では、入力端子4からの入力信号と上記再量子化器36で再量子化した44.1kHzで16ビットの信号との差分をとり、得られた0～44.1kHzで4ビットの差分信号が出力端子18から出力されて、前記メディアの空き領域に記録される。

【0044】一方、上記再量子化器36からの0～44.1kHzで16ビットの信号は、第1の具体例同様の帯域分割フィルタ33に送られる。当該帯域分割フィルタ33では、供給された信号を2等分割すると共に、サンプル数を1/2にデシメーションして出力する。当該帯域分割フィルタ33からの22.05kHz～44.1kHz帯域で16ビットの信号は出力端子19から出力されて前記メディアの空き領域に記録され、0～22.05kHzの帯域で16ビットの信号（従来のCDフォーマットの信号）は出力端子20から出力されて前記メディアのCDフォーマットの記録領域に記録される。

【0045】このように、第4の具体例では、上記出力端子18と19から出力される信号が、前記音質を改善するための信号に対応する。

【0046】なお、上記図6の構成に対応する再生側では、上記メディアから再生された従来のCDフォーマットの0～22.05kHzで16ビットの信号と上記空き領域からの22.05kHz～44.1kHzで16ビットの信号とを帯域合成フィルタによって合成し、さらにこの帯域合成フィルタの出力と上記空き領域からの0～44.1kHzで4ビットの信号とを合成手段によって合成することで、0～44.1kHzで20ビットの再生信号が得られることになる。

【0047】ところで、上記第1、第2の実施例のように従来のCDフォーマット以外の信号を音質を改善するための信号としてメディアの空き領域に記録するようにした場合、例えば、上述した第3、第4の具体例のように、従来のCDフォーマット以外の情報は、当該従来のCDフォーマットの情報と比べて2倍近くの量になることがある。

【0048】このような場合、空き領域の容量によっては、ストレートPCMのままのCDフォーマット以外の信号を、前記メディアの空き領域にそのまま記録することが困難になる。特に、第2の実施例のようにサブコードを空き領域として使用する場合には、当該空き領域のための容量はかなり小さなものとなる。

【0049】したがって、本発明実施例では、上記空き領域に記録する情報（従来のCDフォーマット以外の信号）を後述する高能率符号化によって圧縮するようにしている。

【0050】ここで、情報量を圧縮する圧縮方法としては、元の情報を完全に再現できる可逆符号化と、元の情報を完全には再現できない不可逆符号化とを例に挙げることができる。

【0051】先ず、上記可逆符号化について説明する。

【0052】この可逆符号化としては、いわゆるハフマン符号化をはじめとするエントロピ符号化がある。当該エントロピ符号化は各サンプル値に対応した符号を割り当てる符号化テーブルに基づいて符号化を行うものである。

【0053】本実施例におけるエントロピ符号化を用いた具体的構成例を以下の図7～図10に示す。

【0054】先ず、図7に示す第5の具体例において、入力端子5に供給された入力データ（前記CDフォーマット以外の信号）は、エントロピ符号化回路41に送られる。当該エントロピ符号化回路41では、符号化テーブルがユニット毎に作成され、上記入力データに対して1ユニット中の各サンプル値の出現頻度を計算し、出現頻度の高いサンプル値には短い符号を割り当てるような対応をとる。当該エントロピ符号化回路41からは各サンプル値毎に割り当てた符号からなる符号化データと、上記ユニット毎のコードテーブルの情報（符号化テーブルの情報）とが出力され、これらがビットストリームを生成するビット組み立て回路45に送られる。このビット組み立て回路45では、ユニット毎に上記コードテーブルの情報と上記符号化データとからビットストリームを生成し、このビットストリームが出力端子21から出力される。この出力端子21から出力されたビットストリームが、前記メディアの空き領域に記録される音質を改善するための信号を圧縮した高能率符号化情報となる。このように、本実施例の第5の具体例では、上記コードテーブルの情報を、情報量を圧縮した信号である上記符号化データと共にメディアに記録しておき、これを復号の際に用いるようにする。

【0055】なお、この図7では符号化側（記録側）のみ示しているが、復号化側（再生側）はこの図7に対応する構成となる。例えば、メディアから読み出された上記ビットストリームがビット分解手段で分解されることによって、上記コードテーブルの情報と符号化データとに分けられ、次段のエントロピ復号化手段で当該コードテーブルの情報に基づいて上記符号化データを復号化する。

【0056】また、上記ハフマン符号化については、文献「最小冗長符号の構成のための方法」（“A Method for Construction of Minimum Redundancy Codes”, D.A. Huffman, Proc. I.R.E., 40, p.1098 (1952)) に詳しく述べられている。また、エントロピ符号化については、ハフマン符号化のほかに文献「シーケンシャルデータ圧縮のための普遍的アルゴリズム」（“A Universal Algorithm for Sequential Data Compression”, J. Ziv, A. Lempel, IEEE Trans. on Inform. Theory, Vol. IT-23, No. 3, p. 337-343, 1977) に述べられているLempel-Ziv符号化や、文献「固定レートソースの可変長符号化でのバッファオーバーフロー」（“Buffer Overflow in Variable Length Coding of Fixed Rate Sources”, F. Telinek, IEEE Trans. Inform. Theory, Vol. IT-14, No. 3, pp. 490-501, 1968) に述べられている算術符号といった符号化方式も用いることができる。

【0057】また、上記第5の具体例のように符号化テーブルを単位毎（ユニット毎）に作成しなくとも、図8に示す第6の具体例のように記録（再生側にも）に予め複数の符号化テーブルを記憶したコードテーブルROM 49を用意しておき、そこから符号化テーブルを読み出して、符号化及び復号化を行うことも可能である。

【0058】すなわちこの図8において、入力端子6に供給された入力データ（前記CDフォーマット以外の信号）は、エントロピ符号化回路42に送られる。当該エントロピ符号化回路42では、上記入力データに対して1ユニット中の各サンプル値の出現頻度を計算し、上記コードテーブルROM 49に予め記憶されている複数の符号化テーブルの中から最適な符号化テーブルを読み出して、当該符号化テーブルを用いて、上記入力データの出現頻度の高いサンプル値には短い符号を割り当てるような対応をとる。当該エントロピ符号化回路42からの符号化データは、ビット組み立て回路46に送られる。このビット組み立て回路46には、上記エントロピ符号化回路42にて使用したユニット毎の符号化テーブルを示すID情報も上記コードテーブルROM 49から供給されるようになっており、したがって、当該ビット組み立て回路46では上記符号化データと上記ID情報とからビットストリームが生成されている。このビットストリームが出力端子22から出力される。この出力端子22から出力されたビットストリームが、前記メディアの空き領域に記録される高能率符号化情報となる。このように、第6の具体例では、上記コードテーブルの情報をメディアに記録する必要がないため、メディアの記憶容量の有効利用が図れる。

【0059】なお、この図8の構成に対応する復号化側（再生側）では、例えば、メディアから読み出された上記ビットストリームがビット分解手段で分解されることによって、上記ID情報と符号化データとに分けられる。当該ID情報はコードテーブルROMに送られ、このコードテーブルROMから上記ID情報に対応するコードテーブルが読み出される。エントロピ復号化手段ではこのコードテーブルROMからのコードテーブルに基づいて上記符号化データを復号化する。

【0060】上述した第5及び第6の具体例では、エントロピ符号化において1ユニットの長さを固定している例を示しているが、当該1ユニットの長さを可変にして、エントロピの最も低くなるユニット長を求めて符号化することも可能である。こうすることにより、より高い圧縮率を実現することができる。なお、その際には、当該1ユニットの長さも上記圧縮した信号等と共にメディアに記録する必要がある。

【0061】ここで、上記第5の具体例に対応して1ユニットの長さを可変にする構成としては、例えば図9に示すような第7の具体例の構成を挙げることができる。

【0062】この図9において、入力端子7に供給された入力データ（前記CDフォーマット以外の信号）は、エントロピー符号化回路43とエントロピー計算回路51とに送られる。上記エントロピー計算回路51では、エントロピーの最も低くなるユニット長を計算し、そのユニット長を示すブロックサイズ情報を上記エントロピー符号化回路43に送る。当該エントロピー符号化回路43では、上記ブロックサイズ情報に基づいた長さのユニット毎に符号化テーブルが作成され、上記入力データに対して当該1ユニット中の各サンプル値の出現頻度を計算し、出現頻度の高いサンプル値には短い符号を割り当てるような対応をとる。当該エントロピー符号化回路43からは各サンプル値毎に割り当てた符号からなる符号化データと、上記ユニット毎のコードテーブルの情報とが出力され、これらがビット組み立て回路47に送られる。このビット組み立て回路47では、上記ブロックサイズ情報と上記コードテーブルの情報と上記符号化データとからユニット毎にビットストリームを生成し、このビットストリームが出力端子23から出力される。この出力端子23から出力されたビットストリームが、前記メディアの空き領域に記録される高能率符号化情報となる。このように、本実施例の第7の具体例では、上記ブロックサイズ情報も、上記コードテーブルの情報と符号化データと共にメディアに記録しておき、これを復号の際に用いるようにする。

【0063】なお、この図9に対応する復号化側（再生側）の構成においては、メディアから読み出された上記ビットストリームがビット分解手段で分解されることによって、上記コードテーブルの情報と符号化データとブロックサイズ情報とに分けられ、次段のエントロピー復号化手段で当該コードテーブルの情報とブロックサイズ情報とに基づいて上記符号化データを復号化する。

【0064】また、上記第6の具体例に対応して1ユニットの長さを可変にする構成としては、例えば図10に示すような第8の具体例の構成を挙げることができる。

【0065】この図10において、入力端子8に供給された入力データ（前記CDフォーマット以外の信号）は、エントロピー符号化回路44とエントロピー計算回路52とに送られる。上記エントロピー計算回路52では、エントロピーの最も低くなるユニット長を計算し、そのユニット長を示すブロックサイズ情報をコードテーブルROM50に送る。また、エントロピー符号化回路44では、上記コードテーブルROM50から上記ブロックサイズ情報に対応するユニット長の符号化テーブルを読み出し、上記入力データに対して1ユニット中の各サンプル値の出現頻度を計算して、上記入力データの出現頻度の高いサンプル値には短い符号を割り当てるよう

な対応をとる。ビット組み立て回路48には、当該エントロピー符号化回路44からの符号化データと、上記エントロピー計算回路52からのブロックサイズ情報と、上記コードテーブルROM50からのID情報とが供給される。当該ビット組み立て回路48では上記符号化データと上記ID情報とブロックサイズ情報とからビットストリームが生成され、このビットストリームが出力端子24から出力される。この出力端子24から出力されたビットストリームが、前記メディアの空き領域に記録される高能率符号化情報となる。このように、第8の具体例では、ブロックサイズの情報もメディアに記録するため、後の復号化の際にこれを使用して符号化データの復号化が可能となる。

【0066】なお、この図10の構成に対応する復号化側（再生側）では、メディアから読み出された上記ビットストリームがビット分解手段で分解されることによって、上記ID情報と符号化データとブロックサイズ情報とに分けられる。当該ID情報とブロックサイズ情報はコードテーブルROMに送られ、このコードテーブルROMから上記ブロックサイズ情報に対応するユニット長と上記ID情報とに対応するコードテーブルが読み出される、エントロピー復号化手段ではこのコードテーブルROMからのコードテーブルに基づいて上記符号化データを復号化する。

【0067】次に、元の情報を完全には再現できない不可逆符号化について説明する。

【0068】この不可逆符号化においては、例えば聴覚的に重要な情報のみを取り出してメディアに記録するようにすれば、効率的な情報量圧縮が行える。この方法を用いた具体的構成例を図11に示す。

【0069】この図11において、入力端子9には、音響信号等のデジタル入力波形信号が供給される。このデジタル入力波形信号は、聴覚的に冗長な情報を得るために高速フーリエ変換（FFT）回路61に送られる。当該高速フーリエ変換回路61では、上記デジタル入力波形信号に対してはいわゆるハミング窓などの窓かけ処理を行った後、高速フーリエ変換処理することで、時間領域の上記入力波形信号を周波数領域のスペクトルデータに変換する。

【0070】上記高速フーリエ変換回路61によって得られたスペクトルデータは、マスキングスレッシュOLD計算回路62に入力される。当該マスキングスレッシュOLD計算回路62では、上記高速フーリエ変換回路61で求めたスペクトルをいわゆる臨界帯域（クリティカルバンド）毎に分割し、いわゆるマスキング効果等を考慮した各臨界帯域毎の許容雑音量を求め、許容雑音量を計算する。なお、臨界帯域とは、人間の聴覚特性を考慮して分割された周波数帯域であり、ある純音の周波数近傍の同じ強さの狭帯域バンド雑音によって当該純音がマスクされるときのその雑音の持つ帯域のことである。この

臨界帯域は、高域ほど帯域幅が広がっており、低域の全周波数帯域は例えば 25 の臨界帯域に分割されている。

【0071】ここで、以下に上記マスキングスレッシュヨルド計算回路 62 の一具体例の概略構成について詳しく図 12 に示す。

【0072】この図 12 において、入力端子 10 には上記高速フーリエ変換回路 61 からの周波数軸上のスペクトルデータが供給されている。このデータとしては、高速フーリエ変換演算をして得られる FFT 係数データの
10 実数成分と虚数成分とに基づいて算出された振幅値と位相値のうち、振幅値を用いるようにしている。これは、一般に人間の聴覚は周波数軸上の振幅（レベル、強度）には敏感であるが位相についてはかなり鈍感であることを考慮したものである。

【0073】この周波数軸上の入力データは、臨界帯域毎のパワー算出回路 65 に送られ、ここで上記臨界帯域毎のパワーが求められる。この各バンド毎のパワーの代わりに、振幅値のピーク値、平均値等を用いることも可能である。このパワー算出回路 65 からの出力として、
20 例えば各バンドの総和値のスペクトルは、一般にバークスペクトルと称されている。図 13 はこのような各クリティカルバンド毎のバークスペクトル SB を示している。ただし、この図 13 では、図示を簡略化するため、上記臨界帯域のバンド数を 12 バンド ($B_1 \sim B_{12}$) で表現している。

【0074】ここで、上記バークスペクトル SB のいわゆるマスキングに於ける影響を考慮するために、このバークスペクトル SB に所定の重み付け関数を掛けて加算する
30 ような畳込み（コンボリューション）処理を施す。このため、上記臨界帯域毎のパワー算出回路 65 の出力すなわちバークスペクトル SB の各値は、畳込みフィルタ 66 に送られる。この畳込みフィルタ 66 は、例えば、入力データを順次遅延させる複数の遅延素子と、これら遅延素子からの出力にフィルタ係数（重み付け関数）を乗算する複数の乗算器（例えば各バンドに対応する 25 個の乗算器）と、各乗算器出力の総和をとる総和加算器とから構成されるものである。この畳込み処理により、図 13 の図中、点線で示す部分の総和がとられる。なお、上記マスキングとは、人間の聴覚上の特性により、ある信号によって他の信号がマスクされて聞こえなくなる現象をいうものであり、このマスキング効果には、時間軸上のオーディオ信号による時間軸マスキング効果と、周波数軸上の信号による同時刻マスキング効果とがある。これらのマスキング効果により、マスキングされる部分に雑音があったとしても、この雑音は聞こえないことになる。このため、実際のオーディオ信号では、このマスキングされる範囲内の雑音は許容可能な雑音とされる。

【0075】ここで、上記畳込みフィルタ 66 の各乗算
50

器の乗算係数（フィルタ係数）の一具体例を示すと、任意のバンドに対応する乗算器 M の係数を 1 とするとき、乗算器 M-1 で係数 0.15 を、乗算器 M-2 で係数 0.0019 を、乗算器 M-3 で係数 0.0000086 を、乗算器 M+1 で係数 0.4 を、乗算器 M+2 で係数 0.06 を、乗算器 M+3 で係数 0.007 を各遅延素子の出力に乗算することにより、上記バークスペクトル SB の畳込み処理が行われる。ただし、M は 1 ~ 25 の任意の整数である。

【0076】次に、上記畳込みフィルタ 66 の出力は減算器 68 に送られる。この減算器 68 は、上記畳込んだ領域での後述する許容可能な雑音レベルに対応する雑音 ff を求めるものである。なお、当該許容可能な雑音レベル（許容雑音レベル）に対応するレベル ff は、後述するように、逆コンボリューション処理を行うことにより、
臨界帯域の各バンド毎の許容雑音レベルとなるようなレベルである。ここで、上記減算器 68 には、上記レベル ff を求めるための許容関数（マスキングレベルを表現する関数）が供給される。この許容関数を増減させることで上記レベル ff の制御を行っている。この許容関数は、次に説明するような ($n - a_i$) 関数発生回路 67 から供給されているものである。

【0077】すなわち、許容雑音レベルに対応するレベル ff は、臨界帯域のバンドの低域から順に与えられる番号を i とすると、次の (I) 式で求めることができる。

$$\text{【0078】 } f f = S (n - a_i) \quad (I)$$

この (I) 式において、n, a は定数で $a > 0$ 、S は畳込み処理されたバークスペクトルの強度であり、(I) 式中 ($n - a_i$) が許容関数となる。本実施例では $n = 38$ 、 $a = 1$ としており、この時の音質劣化はなく、良好な符号化が行えた。

【0079】このようにして、上記レベル ff が求められ、このデータは、割算器 70 に伝送される。この割算器 70 では、上記畳込みされた領域での上記レベル ff を逆コンボリューションするためのものである。したがって、この逆コンボリューション処理を行うことにより、上記レベル ff からマスキングスペクトルが得られるようになる。すなわち、このマスキングスペクトルが許容雑音スペクトルとなる。なお、上記逆コンボリューション処理は、複雑な演算を必要とするが、本実施例では簡略化した割算器 70 を用いて逆コンボリューションを行っている。

【0080】合成回路 71 での合成の際には、最小可聴カーブ発生回路 69 から供給される図 14 に示すような人間の聴覚特性であるいわゆる最小可聴カーブ RC を示すデータと、上記マスキングスペクトル MS とを合成することができる。この最小可聴カーブにおいて、雑音絶対レベルがこの最小可聴カーブ以下ならば雑音は聞こえないことになる。この最小可聴カーブは、コーディングが同じであっても例えば再生時の再生ボリュームの違いで異なるものとなるが、現実的なデジタルシステムで

は、例えば 16 ビットダイナミックレンジへの音楽のはいり方にはさほど違いがないので、例えば 4 kHz 付近の最も耳に聞こえやすい周波数帯域の量子化雑音が聞こえないとすれば、他の周波数帯域ではこの最小可聴カーブのレベル以下の量子化雑音は聞こえないと考えられる。したがって、このように例えばシステムの持つワードレングスの 4 kHz 付近の雑音が聞こえない使い方をすると仮定し、この最小可聴カーブ RC とマスキングスペクトル MS とを共に合成することで許容雑音レベルを得るようにすると、この場合の許容雑音レベルは、図 14 の図中の斜線で示す部分までとすることができるようになる。なお、本実施例では、上記最小可聴カーブの 4 kHz のレベルを、例えば 20 ビット相当の最低レベルに合わせている。また、この図 14 は、信号スペクトル SS も同時に示している。

【0081】また、許容雑音補正回路 73 では、補正情報出力回路 72 から送られてくる例えば等ラウドネスカーブの情報に基づいて、上記合成器 71 からの出力における許容雑音レベルを補正している。ここで、等ラウドネスカーブとは、人間の聴覚特性に関する特性曲線であり、例えば 1 kHz の純音と同じ大きさに聞こえる各周波数での音の音圧を求めて曲線で結んだもので、ラウドネスの等感度曲線とも呼ばれる。またこの等ラウドネスカーブは、図 14 に示した最小可聴カーブ RC とおおむね同じ曲線を描くものである。この等ラウドネスカーブにおいては、例えば 4 kHz 付近では 1 kHz のところより音圧が 8 ~ 10 dB 下がっても 1 kHz と同じ大きさに聞こえ、逆に、10 kHz 付近では 1 kHz での音圧よりも約 15 dB 高くないと同じ大きさに聞こえない。このため、上記最小可聴カーブのレベルを越えた雑音（許容雑音レベル）は、この等ラウドネスカーブに応じたカーブで与えられる周波数特性を持つようにするのが良いことがわかる。このようなことから、上記等ラウドネスカーブを考慮して上記許容雑音レベルを補正することは、人間の聴覚特性に適合していることがわかる。こうして求められたマスクされる周波数領域は聴感上冗長な情報となり、それだけ情報の圧縮が行える。

【0082】図 11 に戻ると、符号化すべき信号は直交変換回路の一例である変形離散コサイン変換（MDCT: Modified Discrete Cosine Transform）を行う MDCT 回路 63 にも送られる。なお、上記 MDCT 以外にも上記高速フーリエ変換（FFT）や離散コサイン変換（DCT: Discrete Cosine Transform）等の直交変換を用いることもできる。ここで挙げた直交変換では時間軸を周波数軸に変換する。上記 MDCT については、文献「時間領域エリアシング・キャンセルを基礎とするフィルタ・バンク設計を用いたサブバンド／変換符号化」（"Subband/Transform Coding Using Filter Bank Designs Based on Time Domain Aliasing Cancellation," J. P. Princen, A. B. Bradley, Univ. of Surrey Royal Melbourne

Inst. of Tech. ICASSP 1987) に詳しく述べられている。

【0083】加算器 64 では、マスキングスレッショルド計算回路 62 によって求められたマスキングカーブを用いて、MDCT 回路 63 によって求められた周波数成分或いは MDCT 係数を聴覚的に冗長となる部分を切り捨てて情報の圧縮を図る。このとき、聴覚的に敏感な周波数帯域はより多くの周波数成分を残すことにより、量子化雑音をより聴覚的に少なくする。

【0084】こうして符号化された信号を前述のようにディスクに記録する。また、符号化された信号（前記符号化データ）をエントロピィ符号化してさらに圧縮率を高めることも有効である。

【0085】ここでは不可逆な圧縮として聴覚の特性を使った方法を挙げたが、LPC（線形予測符号化）、ADPCM（適応差分 PCM）をはじめとする非線形量子化、ベクトル量子化等の処理を行って記録することや、これら符号化をさらにエントロピィ符号化して記録するようなこともできる。また、周波数帯域を拡大する方法として、従来の CD フォーマットの帯域の周波数成分からそれ以上の帯域の周波数成分を予測する方法も考えられる。なお、上記 LPC については板倉、斎藤による文献「最尤スペクトル推定法による音声分解合成伝送方式」音響学会講演論文集, pp. 231, 1967、或いは文献「音声信号の予測符号化」（"Predictive Coding of Speech Signals", B. S. Atal, M. R. Schroeder, Reports of 6th Int. Conf. Acoust., C-5-4, 1968）に詳しく述べられている。また、計算アルゴリズムについては数多くの文献があり、ここでは省略する。

【0086】なお、以上のような方法によって情報量を圧縮してメディアに記録するが、メディアの空き領域は前述したようにあまり多くないことが予想されるので、従来の CD フォーマットの帯域の信号を記録する場合よりも、さらに記録密度を上げて記録することも可能である。このように記録密度を増すためには、CD の場合、トラックピッチ（信号記録間隔）や読み出すレーザの波長を短くするといったことが可能である。

【0087】上述のようにしてメディアに記録された信号は、再生側において読み出された後、記録したときと逆の手順により逆変形離散コサイン変換（IMDCT: Inverse Modified Discrete Cosine Transform）を行う IMDCT 手段によって復号化される。

【0088】ところで、上述した第 1 の実施例においては、従来の CD フォーマットの信号とそれ以外の信号をメディアの別領域に記録（同一時間のデータがメディア上の異なる位置に存在）するので、CD プレーヤにおいては読み出すための光ピックアップが 1 つでは読み出すことができない。

【0089】そのため、図 15 に示すように、ディスク 100 から信号を再生するための光ピックアップを、従

10

20

30

40

50

来のCDフォーマットの信号が記録された前記記録領域D、専用のピックアップ101と、それ以外の前記空き領域（拡大領域）D、専用のピックアップ102の2つ設けるようにする。

【0090】このとき、上記空き領域D、専用のピックアップ102は、この領域D、に信号を記録するので、従来のCDフォーマットに準拠する必要がないので、上述のように記録密度を増して記録することもできる。このようにディスク100の空き領域D、において記録密度を増してしてある場合には、読み出しレーザの波長が短いものなど、それに対応したものをを用いる必要がある。

【0091】また、この図15のように2つのピックアップ101、102を設ける場合、それぞれのピックアップ101、102が独立して動けなければならないため、これらピックアップ101、102の配置一は、それぞれが同一半径上にならないようにする。

【0092】上述したように、本発明実施例によれば、広帯域、高情報量の信号を従来のCDフォーマットの信号とそれ以上の信号とに分け、従来のCDフォーマットの信号は従来のCDフォーマットに従ってメディアに記録し、それ以外の信号は空き領域に記録するようにし、前記広帯域信号を従来のCDフォーマットの帯域の信号とそれ以上の帯域の信号に分けるには、周波数軸方向の場合にはQMFなどの帯域分割フィルタ、あるいはローパスフィルタ（LPF:Low Pass Filter）を用いて行い、また、量子化ビット数（ダイナミックレンジ）方向で分割する場合には、再量子化器を用いて、再量子化した後、原信号との差分をとることによって実現している。さらに、ダイナミックレンジでの分割を行う場合において、差分信号をそのまま記録することは情報量的に考えて、かなり大きなものとなるため、空きエリアの容量によっては記録することが不可能になり得るので、人間の聴覚的特徴を利用して、聴覚的に必要となる信号成分のみを取り出す高能率符号の技術を使って情報量を圧縮することにより記録を可能にしている。また、情報が完全に復元されるような可逆性の圧縮（エントロピ符号化）を用いて情報量の圧縮を図ることも可能である。

【0093】以上により、本実施例においては、従来のCDフォーマットの帯域及び／又はビット数の信号は損なうことなく、それ以上の帯域及び／又はビット数の信号をメディアの空き領域に高能率に記録することにより、従来のCDよりも高音質なCDを提供することが可能となる。

【0094】また、本発明実施例によれば、従来のCDフォーマットとの互換性を保っているために、従来の再生システムにおいては、従来のCDフォーマットの帯域の音が再生でき、本発明による装置を用いたシステムにおいては、従来のCDフォーマットの信号に加え、高能率符号化されたそれ以上の音質を改善するための信号が

処理、再生され、したがって、より広帯域でダイナミックレンジの広がった音が再生可能となる。

【0095】すなわち上述した実施例を例に挙げて言い換えると、入力信号が再生帯域0～44.1kHz（サンプリング周波数 $f_s=88.2$ kHz、量子化ビット数20）で、これがサブ帯域Aとして再生帯域0～22.05kHz（サンプリング $f_s=44.1$ kHz、量子化ビット数16）と、サブ帯域Bとして再生帯域0～22.05kHz（サンプリング $f_s=44.1$ kHz、量子化ビット数20、入力信号とサブ帯域Aの差分）と、サブ帯域Cとして再生帯域22.05kHz～44.1kHz（サンプリング $f_s=44.1$ kHz、量子化ビット数20）となされてメディア（CD）に記録されていたとすると、従来のCDフォーマットにのみ対応する再生システムでは上記サブ帯域Aの信号が再生でき、また、上記サブ帯域Aと共に上記サブ帯域B或いはサブ帯域Cの信号を加えて再生できる本発明が適用される再生システムでは上記サブ帯域Aとサブ帯域B、或いはサブ帯域Aとサブ帯域Cの信号を再生することができ、さらに、上記サブ帯域Aとサブ帯域Bとサブ帯域Cの信号を加えて再生できる本発明が適用される再生システムでは、上記サブ帯域Aとサブ帯域Bとサブ帯域Cの信号を再生することができるようになる。

【0096】なお、上述した実施例では、メディアに記録する信号として音響情報を使用した、画像情報であってもよく、この場合は、広帯域の画像信号や高情報量の画像信号を、従来からすでに規定されているフォーマットの画像信号とそれ以上の当該画質を改善するための信号とに分割し、上記従来フォーマットの画像信号についてはメディアにおいて当該従来フォーマットの画像信号が記録される領域に記録し、上記画質を改善するための信号を空き領域に記録することになる。

【0097】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明においては、所定フォーマットの信号以上の品質を有する入力信号を所定フォーマットの信号とそれ以外の信号とに分けて記録媒体に記録するようにしているため、所定フォーマットとして例えば従来の既存のフォーマットを用いた場合には従来の再生システムで記録媒体から所定フォーマットの信号を再生することができ、また、所定フォーマット以外の信号をも扱うことができるシステムを用いた場合には、所定フォーマットの信号とそれ以外の信号の両方を記録媒体から再生でき入力信号と同品質の信号を得ることが可能である。

【0098】また、所定フォーマット以外の信号については、高能率符号化によって圧縮すれば、空き領域の容量が少ない場合でも記録可能である。

【0099】例えば、所定フォーマットをCDのフォーマットとした場合、本発明によれば従来同様のCD（記録メディア）でかつ記憶容量も従来同様であっても、C

Dの再生帯域の例えば2倍の帯域でダイナミックレンジの広がった信号が再生可能となる。また、入力信号を分割して記録媒体に別々に記録することで、従来の再生装置においても、従来フォーマットの信号以外の信号の再生はできないが、従来フォーマットの信号は完全に再生できることとなり、記録媒体を従来の再生装置用、本発明に対応できる再生装置用と言うように2つ提供しなくてもよい。また、従来の再生装置においても、記録媒体からデータを読み出し、ビットストリームを取り出せば、本発明に対応できる再生装置の信号処理部分のみを加えることにより従来のCDの信号よりも音質を改善した信号も再生することができることになる。

【0100】さらに、再生ハードウェアの規模に応じて、再生可能な帯域及びダイナミックレンジを選択することのできるスケラビリティの考え方を導入することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の信号処理方法及び装置によって信号が記録される本発明の記録媒体について説明するための図である。

【図2】サブコードに音質を改善するための信号を記録する第2の実施例について説明するための図である。

【図3】第1の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図4】第2の具体例の構成を示すブロック回路図である。

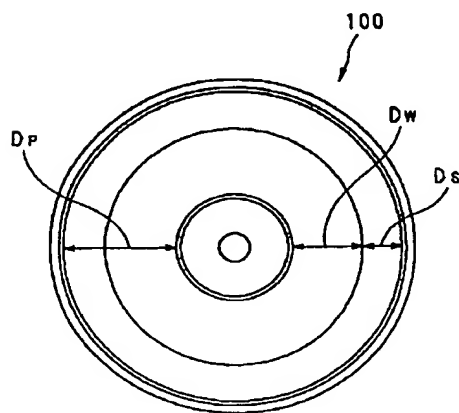
【図5】第3の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図6】第4の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図7】第5の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図8】第6の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図1】



【図9】第7の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図10】第8の具体例の構成を示すブロック回路図である。

【図11】不可逆符号化を実現する具体的構成を示すブロック回路図である。

【図12】マスキングスレシヨルド計算回路の具体的構成を示すブロック回路図である。

【図13】バークスペクトルを表す図である。

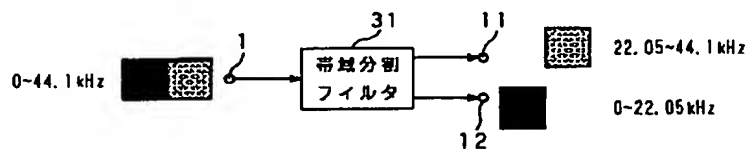
【図14】最小可聴カーブ、マスキングスペクトルを合成した図である。

【図15】ディスクの読み出し装置（光ピックアップ部）について説明するための図である。

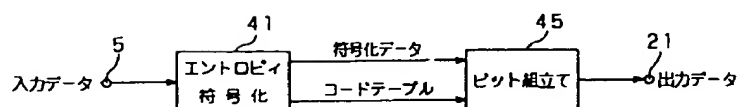
【符号の説明】

- 31～33 帯域分割フィルタ
- 34～36 再量子化器
- 37～39, 64 加算器
- 41～44 エントロピ符号化回路
- 45～48 ビット組み立て回路
- 49, 50 コードテーブルROM
- 51, 52 エントロピ計算回路
- 61 高速フーリエ変換回路
- 62 マスキングスレシヨルド計算回路
- 63 MDCT回路
- 65 臨界帯域毎のパワー算出回路
- 66 畳み込み（コンボリューション）フィルタ
- 67 (n-a i) 関数発生回路
- 68 減算器
- 69 最小可聴カーブ発生回路
- 70 割算器
- 71 合成回路
- 72 補正情報出力回路
- 73 許容雑音補正回路

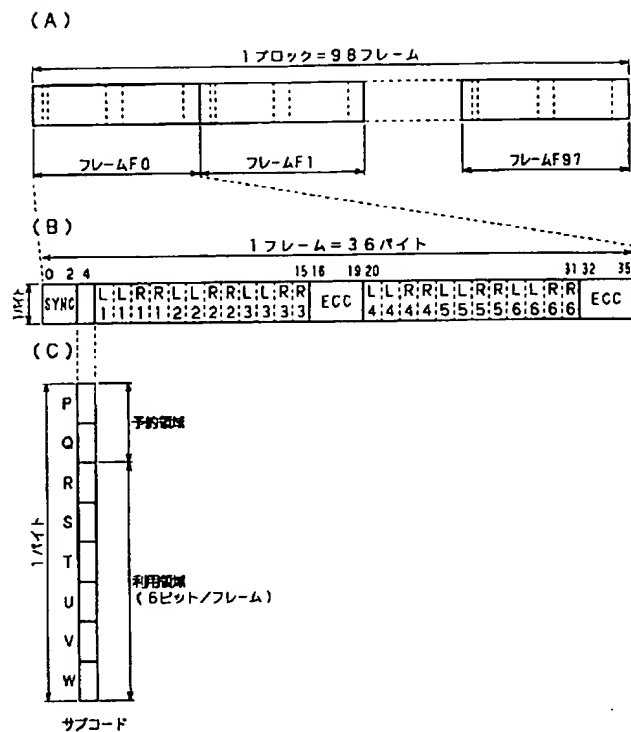
【図3】



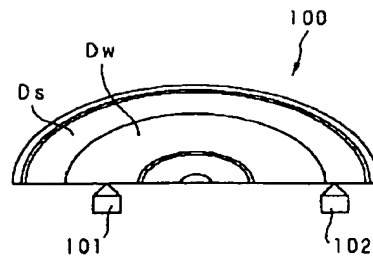
【図7】



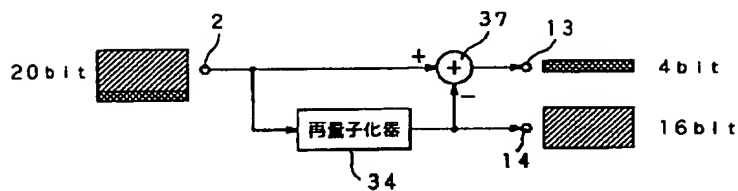
【図 2】



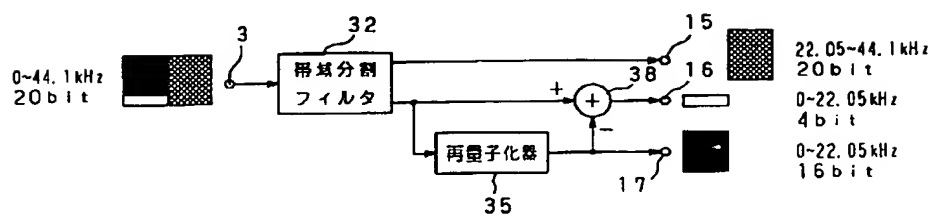
【图 15】



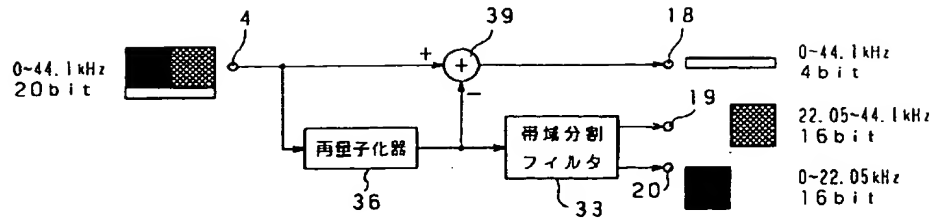
【図 4】



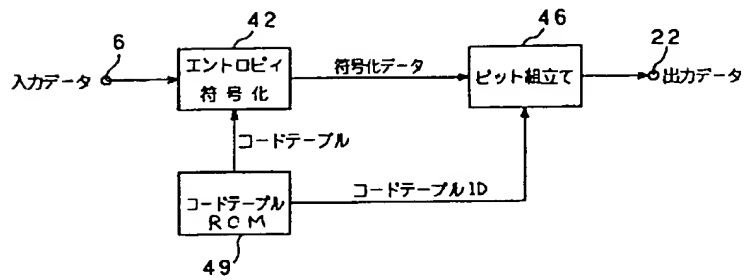
【図 5】



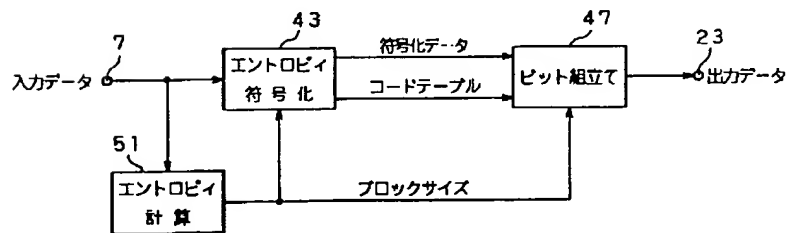
【図 6】



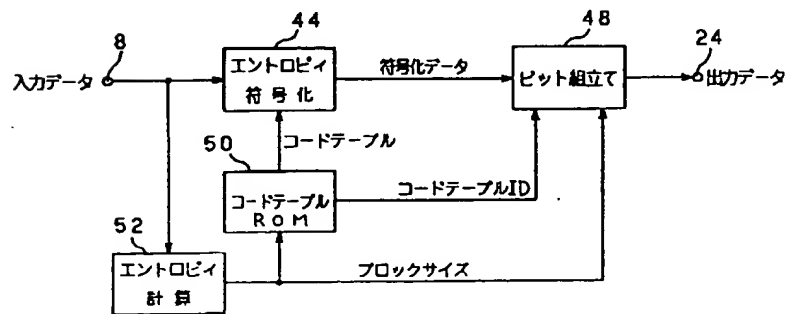
【図 8】



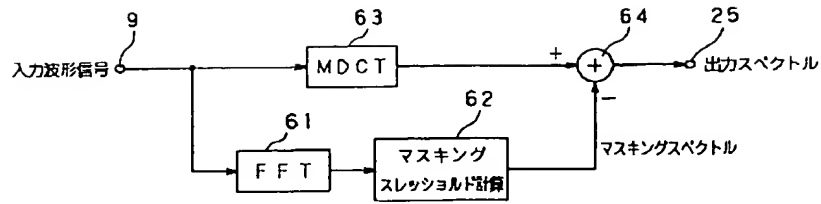
【図 9】



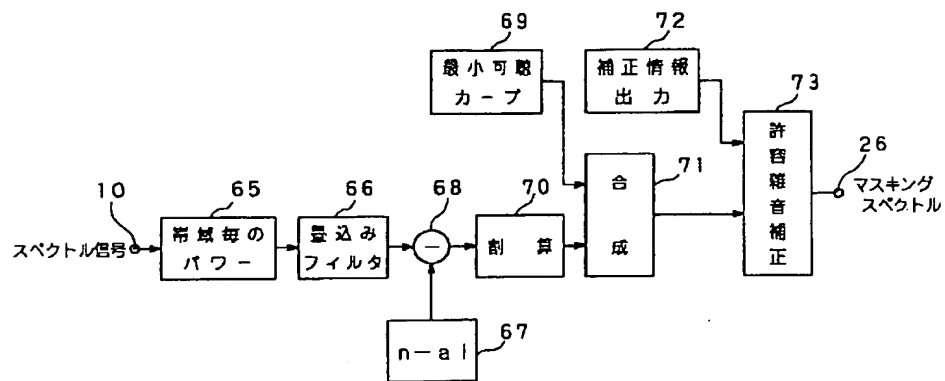
【図 10】



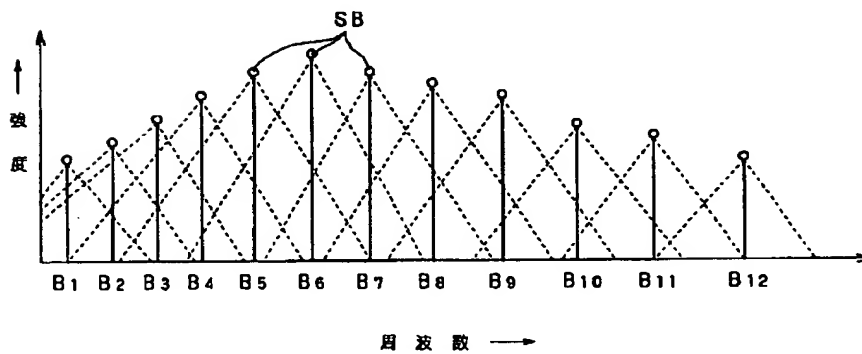
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

